

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. März 2001 (15.03.2001)

PCT

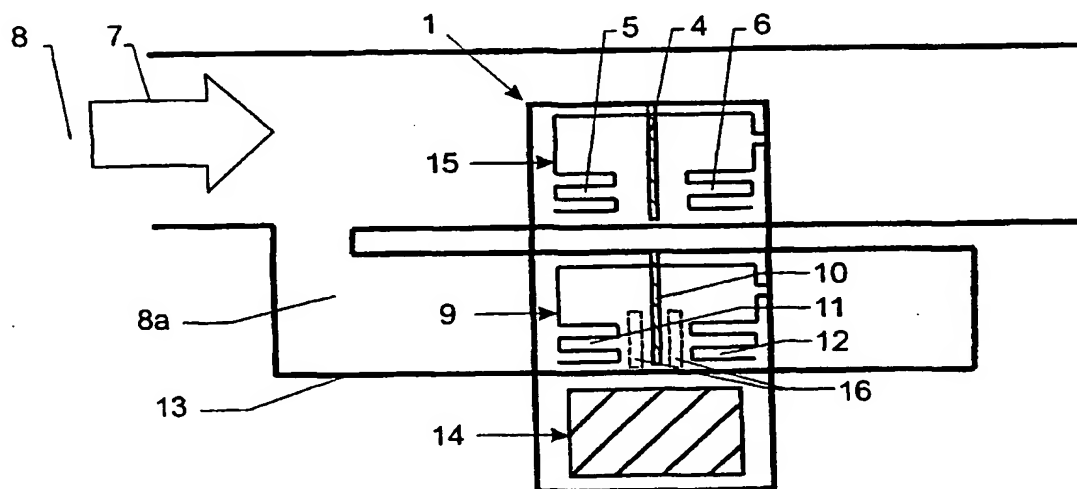
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/18500 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01F 1/684, G01N 27/18
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/IB00/01262
- (22) Internationales Anmeldedatum:
8. September 2000 (08.09.2000)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
1657/99 9. September 1999 (09.09.1999) CH
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SENSIRION AG [CH/CH]; Eggbühlstrasse 14, CH-8052 Zürich (CH).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MAYER, Felix [CH/CH]; Viktoriastrasse 38, CH-8057 Zürich (CH).
LECHNER, Moritz [CH/CH]; Viktoriastrasse 38, CH-8057 Zürich (CH).
- (74) Anwalt: E. BLUM & CO.; Vorderberg 11, CH-8044 Zürich (CH).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRECISION MASS FLOW MEASUREMENT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR PRÄZISIONS-MASSENFLUSSMESSUNG



(57) Abstract: The invention relates to a method and a sensor (15, 9, 14) for improved mass flow measurement. In known thermal mass flow sensors, a gas flow (7) is heated with a heating element (4) and the mass flow is determined from the temperature difference between two thermoelements (5, 6). According to the invention, at least one material-specific parameter is measured in order to characterise the heat transmission behaviour of the gas (8) and is used to correct the mass flow measurement. Said material-specific parameter is preferably a heat conductivity κ , a heat capacity c , a product of heat capacity and density $c \cdot \rho$ and/or a diffusivity α . The special sensor (9) that is provided for measuring κ and/or c or $c \cdot \rho$ is structured similarly to the mass flow sensor (15) but is exposed to a current-free part (8a) of the medium (8). The advantages of the invention are e.g., better precision, even for unknown or variable thermal properties of the gas (8).

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren und ein Sensor (15, 9, 14) zur verbesserten Massenflussmessung offenbart. In bekannten thermischen Massenflusssensoren wird ein Gasstrom (7) mit einem Heizelement (4) gewärmt und aus der Temperaturdifferenz zweier Thermoelemente (5, 6) der Massenfluss bestimmt.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/18500 A1



CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

- (84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI-Patent

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Erfindungsgemäss wird nun zusätzlich mindestens eine stoffspezifische Kenngrösse zur Charakterisierung des Wärmeübergangsverhaltens des Gases (8) gemessen und damit die Massenflussmessung korrigiert. Vorzugsweise ist die stoffspezifische Kenngrösse eine Wärmeleitfähigkeit κ , eine Wärmekapazität c , ein Produkt aus Wärmekapazität und Dichte $c \cdot \rho$ und/oder eine Diffusivität α . Es wird ein spezieller Sensor (9) zur Messung von κ und/oder c oder $c \cdot \rho$ angegeben, der ähnlich wie der Massenflusssensor (15) aufgebaut ist, aber einem strömungsfreien Anteil (8a) des Mediums (8) ausgesetzt wird. Vorteile der Erfindung sind u. a. eine verbesserte Genauigkeit auch bei unbekannten oder veränderlichen thermischen Eigenschaften des Gases (8).

Verfahren und Vorrichtung zur Präzisions- Massenflussmessung

Hinweis auf verwandte Anmeldungen

5 Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der schweizerischen Patentanmeldung Nr. 1657/99, die am 9. September 1999 eingereicht wurde und deren ganze Offenbarung hiermit durch Bezug aufgenommen wird.

TECHNISCHES GEBIET

10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Massenflussmessung nach dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche.

STAND DER TECHNIK

Derartige Sensoren werden in dem Artikel von F. Mayer et al., "Scaling of Thermal CMOS Gas Flow Microsensors: Experiment and Simulation", Proc. IEEE Micro Electro Mechanical Systems, S. 116ff (IEEE, 1996), oder in F. Mayer et al., "Single-Chip CMOS Anemometer", Proc. IEEE International Electron Devices Meeting, S. 895ff (IEDM, 1997) beschrieben. Sie werden verwendet, um den Massenfluss von
15 Medien wie Gasen, Flüssigkeiten oder allgemein Fluiden zu bestimmen. Sie besitzen ein Heizelement, welches zwischen zwei Temperatursensoren angeordnet ist. Die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Temperatursensoren ist ein Mass für den Massenfluss. Die Massenflussmessung kann
20 durch die thermischen Eigenschaften des Fluids verfälscht werden. Dadurch ist insbesondere die Verwendbarkeit bei unbekannten oder veränderlichen Gasen oder Flüssigkeiten eingeschränkt.
25

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, ein verbessertes Verfahren und eine verbesserte Vorrichtung zur Massenflussmessung anzugeben. Diese Aufgabe wird erfindungs-
5 gemäss durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

Erfindungsgemäss wird bei einer Massenflussmessung der genannten Art mindestens eine stoffspezifische Kenngrösse zur Charakterisierung des Wärmeübergangsverhaltens des
10 Fluids gemessen und zur Korrektur eines Massenfluss-Messsignals verwendet. Auf diese Weise wird ein Massenflusssensor mit sehr hoher Messgenauigkeit und flexibler Einsetzbarkeit realisiert. Insbesondere kann der Massenfluss beliebiger Gase unabhängig von den thermischen
15 Eigenschaften des Gases zuverlässig gemessen werden.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei den stoffspezifischen Kenngrössen um eine Wärmeleitfähigkeit κ und/oder eine Wärmekapazität c und/oder ein Produkt aus Wärmekapazität und Dichte $c \cdot \rho$ und/oder eine
20 Diffusivität α .

In einem anderen Ausführungsbeispiel wird aus der stoffspezifischen Kenngrösse die Art oder Zusammensetzung des Fluids bestimmt. Daraus können weitere, z. B. tabellierte Kenngrössen dieses Fluids zur Massenflusskorrektur
25 und insbesondere für eine Brennwertmessung abgeleitet werden.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird zusätzlich mindestens eine Zustandsvariable des Fluids, z. B. ein Druck und/oder eine Temperatur, gemessen und damit die
30 mindestens eine stoffspezifische Kenngrösse korrigiert.

Ein wichtiges Ausführungsbeispiel betrifft die Messung der Wärmeleitfähigkeit κ und/oder der Wärmekapazität c oder $c \cdot \rho$ mit Hilfe eines zweiten Sensors, der ähnlich wie der Massenflusssensor aufgebaut ist, aber in einem weit-
35 gehend strömungsfreien Bereich des Fluids angeordnet ist.

Weitere Ausführungen, Vorteile und Anwendungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen sowie aus der nun folgenden Beschreibung anhand der Figuren.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

- 5 Fig. 1 zeigt einen Massenflusssensor gemäss Stand der Technik;
- Fig. 2 zeigt einen Massenflusssensor mit erfindungsgemäss integriertem Wärmeleitungs- und/oder Wärmekapazitäts-Sensor;
- 10 Fig. 3, 4a und 4b zeigen schematisch Modifikationen eines Wärmeleitungs- und/oder Wärmekapazitäts-Sensors mit verringerter Störanfälligkeit.

In den Figuren sind gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

15 WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

- In einer bevorzugten Ausführung des erfindungsgemässen Massenflusssensors wird ein Sensor-Bauelement verwendet, wie es in Fig. 1 dargestellt ist. Dieses Bauelement ist ausführlich in F. Mayer et al., "Scaling of Thermal CMOS
- 20 Gas Flow Microsensors: Experiment and Simulation", Proc. IEEE Micro Electro Mechanical Systems, S. 116ff (IEEE, 1996) beschrieben. Es ist auf einem Silizium-Einkristall 1 angeordnet, in welchem eine Öffnung oder Vertiefung 2 ausgeätzt wurde. Die Öffnung bzw. Vertiefung 2 wird von
- 25 einer dünnen Membran 3 aus einem Dielektrikum überspannt. Auf der Membran 3 ist ein Widerstands-Heizelement 4 angeordnet. Symmetrisch zum Heizelement 4 sind zwei Thermoelemente 5, 6 vorgesehen, die als Temperatursensoren 5, 6 dienen. Die Thermoelemente 5, 6 und das Heizelement 4
- 30 liegen so zur Flussrichtung 7, dass das zu messende Medium 8 zuerst das erste Thermoelement 5, dann das Heizele-

ment 4 und schliesslich das zweite Thermoelement 6 überstreicht. Wie im oben erwähnten Dokument beschrieben, kann mit einer Vorrichtung gemäss Fig. 1 der Massenfluss des zu messenden Mediums 8 ermittelt werden. Im allgemeinen Fall genügt zur Massenflussmessung ein Temperatursignal eines dem Heizelement 4 nachgeordneten Temperatursensors 6. Vorzugsweise wird die Temperaturdifferenz zwischen den Thermoelementen 5, 6 gemessen, welche sowohl von der Flussgeschwindigkeit als auch von der Dichte bzw. dem Druck im Medium 8 abhängt. Mittels geeigneter Eich-
tabellen kann aus der Temperaturdifferenz sodann der Massenfluss berechnet werden.

Erfindungsgemäss wird nun zusätzlich mindestens eine stoffspezifische Kenngrösse zur Charakterisierung des Wärmeübergangsverhaltens des Mediums oder Fluids 8 gemessen und die Massenflussmessung mit Hilfe der stoffspezifischen Kenngrösse korrigiert. Dadurch werden die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Massenflussmessung verbessert.

Beispielsweise ist die stoffspezifische Kenngrösse eine Wärmeleitfähigkeit k und/oder eine Wärmekapazität c und/oder ein Produkt aus Wärmekapazität und Dichte $c \cdot \rho$ und/oder eine Diffusivität α . Aus der gemessenen stoffspezifischen Kenngrösse lässt sich die Art oder Zusammensetzung des Fluids 8 bestimmen. Für das solchermassen identifizierte Fluid 8 können vorbekannte stoffspezifische Kenngrössen z. B. aus Tabellen bestimmt und die Massenflussmessung mit Hilfe der gemessenen und vorbekannten stoffspezifischen Kenngrössen korrigiert werden.

Für hochpräzise Messungen soll zusätzlich mindestens eine Zustandsvariable (z. B. ein Druck und/oder eine Temperatur) des Fluids 8 gemessen und zur Korrektur der gemessenen und/oder vorbekannten stoffspezifischen Kenngrössen verwendet werden.

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit einem zweiten Sensor 9 zur Messung der Wärmeleitfähigkeit k und/oder

Wärmekapazität c (pro Masse) oder Wärmekapazität $c \cdot \rho$ (pro Volumen) des Fluids 8a im gestauten oder sehr langsam durchströmten Bereich 13. Der zweite Sensor 9 umfasst ein zweites Heizelement 10 und mindestens einen zweiten Temperatursensor 11, 12. Das zweite Heizelement 10 wird zur Messung der Wärmeleitfähigkeit k mit einer konstanten Heizleistung und/oder zur Messung der Wärmekapazität c oder $c \cdot \rho$ mit einer gepulsten Heizleistung betrieben. Bei konstanter Heizleistung stellt sich zwischen dem Heizelement 10 und den Temperatursensoren 11, 12 ein thermisches Gleichgewicht ein, welches von der Wärmeleitfähigkeit k im gestauten Fluid 8a abhängt. Bei gepulster Heizleistung kann aus dem dynamischen Temperatursignal der Sensoren 11, 12 die Wärmekapazität c oder $c \cdot \rho$ des gestauten Fluids 8a bestimmt werden. Vorzugsweise wird ein Messsignal dadurch gebildet, dass die Temperatursignale mehrerer, zum Heizelement 10 symmetrisch angeordneter zweiter Temperatursensoren 11, 12 addiert werden.

Gegenstand der Erfindung ist auch ein Massenflusssensor 15 der eingangs genannten Art, der Messmittel 14 zur Bestimmung des Massenflusses 15 aus mindestens einem Temperatursignal mindestens eines Temperatursensors 5, 6 aufweist und der zur Ausführung des oben beschriebenen Verfahrens ausgestaltet ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform gemäss Fig. 2 soll der Massenflusssensor 15 einen zweiten Sensor 9 zur Messung der Wärmeleitfähigkeit k und/oder der Wärmekapazität c oder $c \cdot \rho$ umfassen. Insbesondere sind der Massenflusssensor 15, der zweite Sensor 9 und die Messmittel 14 auf einem einzigen Chip 1 integriert. Der Chip 1 ist typischerweise auf der Basis von Silizium oder eventuell Galliumarsenid oder Glas aufgebaut. Wie in Fig. 2 gezeigt kann der Chip 1 so aufgebaut sein, dass im montierten oder eingeschobenen Zustand der Massenflusssensor 15 der Strömung 7 des Fluids 8 und der Sensor 9 dem im wesentlichen stationären Fluid 8a im Stauraum 13 ausgesetzt sind.

Die Messelektronik 14 befindet sich möglichst ausserhalb des Fluids 8, 8a.

Ein wichtiger Vorteil der Erfindung besteht darin, dass der zweite Sensor 9 ähnlich oder weitgehend identisch wie
5 der Massenflusssensor 15 selber aufgebaut sein kann. Dadurch werden die Herstellung, die elektronische Ansteuerung und Messsignalauswertung und die Integrierbarkeit auf einem einzigen Chip 1 entscheidend vereinfacht und verbilligt.

10 Die Messung der thermischen Eigenschaften des gestauten Fluids 8a wird noch wesentlich durch Wärmeleitung im Chip 1 selber beeinflusst. Zur Verminderung dieser Störung können, wie in Fig. 2 angedeutet, Stege und Ausätzungen
15 16 zwischen dem zweiten Heizelement 10 und den zweiten Temperatursensoren 11, 12 vorgesehen sein. Gemäss Fig. 3 und Fig. 4a und Fig. 4b können zusätzlich oder alternativ Unterätzungen 17 zur Verringerung von Wärmebrücken im
20 Chip 1 angebracht sein. In Fig. 4a (Aufsicht) und Fig. 4b (schematischer Querschnitt) ist das Heizelement 10 auf einer brückenartig ausgestalteten Membran 3 mäanderförmig
angeordnet. Durch die Mäanderform wird ein im wesentlichen flächenhaftes Heizelement 10 geschaffen, welches besonders für eine Wärmekapazitätsmessung c oder $c \cdot \rho$ vorteilhaft ist.

25 Der erfindungsgemässe Massenflusssensor ist besonders für Massenflussmessungen in Gasen 8 geeignet. Speziell ist er für Gaszähler in Brennstoffversorgungsanlagen einsetzbar. Dabei können insbesondere eine stoffspezifische Kenngrösse des Gases 8 gemessen, Art oder Zusammensetzung des
30 Gases 8 charakterisiert, der zugehörige spezifische Brennwert aus vorbekannten Daten bestimmt und zusammen mit der Massenflussmessung der totale Brennwert des Gases 8 berechnet werden. Andere Anwendungen betreffen Ausgestaltungen des Massenflusssensors 15 zum Einbau in Anlagen
35 für industrielle Prozessgase, in Klimatisierungsanlagen, in medizinischen Apparaten oder in Sport- und Freizeitgeräten.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Messen des Massenflusses eines Fluids (8), insbesondere geeignet zur Massenflussmessung in Gasen (8), bei welchem das Fluid (8) über einen ersten Temperatursensor (5), ein Heizelement (4) und einen zweiten Temperatursensor (6) geführt und der Massenfluss aus mindestens einem Temperatursignal der Temperatursensoren (5, 6) ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass
- a) mindestens eine stoffspezifische Kenngrösse zur Charakterisierung des Wärmeübergangsverhaltens des Fluids (8) gemessen wird und
- b) die Massenflussmessung mit Hilfe der stoffspezifischen Kenngrösse korrigiert wird.
2. Verfahren zum Messen des Massenflusses nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
- a) der Massenfluss aus der Differenz der Temperatursignale der beiden Temperatursensoren (5, 6) ermittelt wird und/oder
- b) die stoffspezifische Kenngrösse eine Wärmeleitfähigkeit κ und/oder eine Wärmekapazität c und/oder ein Produkt aus Wärmekapazität und Dichte $c \cdot \rho$ und/oder eine Diffusivität α ist.
3. Verfahren zum Messen des Massenflusses nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass aus der Messung mindestens einer stoffspezifischen Kenngrösse Art oder Zusammensetzung des Fluids (8) identifiziert wird.
4. Verfahren zum Messen des Massenflusses nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass
- a) für das identifizierte Fluid (8) vorbekannte stoffspezifische Kenngrössen bestimmt werden und die Massenflussmessung mit Hilfe der gemessenen

und vorbekannten stoffspezifischen Kenngrößen korrigiert wird und

- b) insbesondere dass zusätzlich ein Druck und/oder eine Temperatur des Fluids (8) gemessen und zur Korrektur der gemessenen und/oder vorbekannten stoffspezifischen Kenngrößen verwendet wird oder werden.

5. Verfahren zum Messen des Massenflusses nach einem der Ansprüche 3-4, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem bekannten spezifischen Brennwert des identifizierten Fluids (8) mit Hilfe der Massenflussmessung der totale Brennwert des Fluids (8) bestimmt wird.

6. Verfahren zum Messen des Massenflusses nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- a) ein zweiter Sensor (9) verwendet wird, der ein zweites Heizelement (10) und mindestens einen zweiten Temperatursensor (11, 12) umfasst,

- b) ein strömungsfreier oder strömungsarmer Anteil (8a) des Fluids (8) mit dem zweiten Sensor (9) in Wärmekontakt gebracht wird,

- c) das zweite Heizelement (10) zur Messung der Wärmeleitfähigkeit κ mit einer konstanten Heizleistung und/oder zur Messung der Wärmekapazität c oder $c \cdot \rho$ mit einer gepulsten Heizleistung betrieben wird und

- d) insbesondere ein Messsignal durch Addition von Temperatursignalen mehrerer, zum Heizelement (10) symmetrisch angeordneter zweiter Temperatursensoren (11, 12) gebildet wird.

7. Massenflusssensor (15) für ein Fluid (8), mit zwei in einer Flussrichtung (7) nacheinander angeordneten Temperatursensoren (5, 6), einem dazwischen angeordneten Heizelement (4) und mit Messmitteln (14) zur Bestimmung des Massenflusses aus mindestens einem Temperatursignal der Temperatursensoren (5, 6), da-

durch gekennzeichnet, dass der Massenflusssensor (15) zur Ausführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche ausgestaltet ist.

- 5 8. Massenfluss-Sensor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass

a) der Massenflusssensor (15) einen zweiten Sensor (9) zur Messung einer Wärmeleitfähigkeit k und/oder einer Wärmekapazität c und/oder eines Produkts aus Wärmekapazität und Dichte $c \cdot \rho$ umfasst und

10 b) insbesondere dass der Massenflusssensor (15), der zweite Sensor (9) und die Messmittel (14) auf einem einzigen Halbleiterchip (1) vorzugsweise aus Silizium integriert sind.

- 15 9. Massenfluss-Sensor (15) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem zweiten Sensor (9) Stege, Ausätzungen und/oder Unterätzungen (16, 17) zur Verringerung von Wärmebrücken zwischen einem zweiten Heizelement (10) und mindestens einem zweiten Temperatursensor (11, 12) angebracht sind.

- 20 10. Massenflusssensor (15) nach einem der Ansprüche 7-9, dadurch gekennzeichnet, dass der Massenflusssensor (15) für einen Einbau in Gaszählern zur Brennstoffversorgung, in Anlagen für industrielle Prozessgase, in Klimatisierungsanlagen, in medizinischen Apparaten oder in Sport- und Freizeitgeräten ausgestaltet ist.
- 25

1 / 2

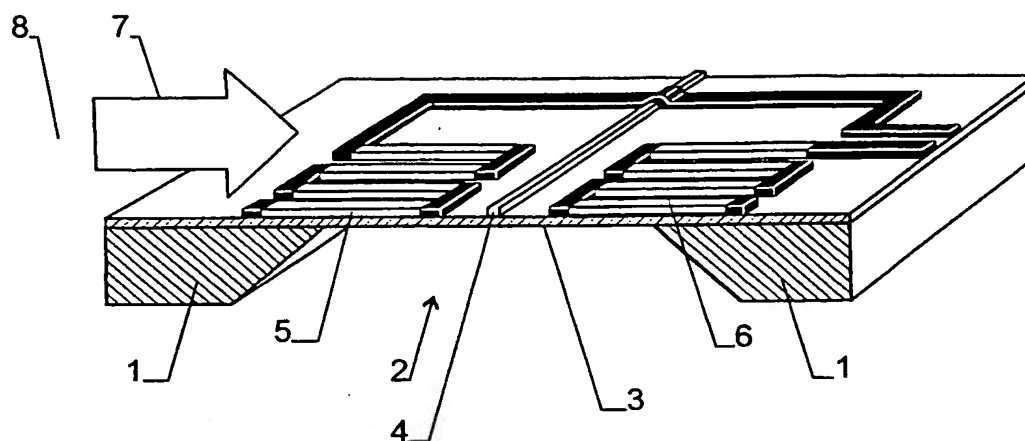


Fig. 1

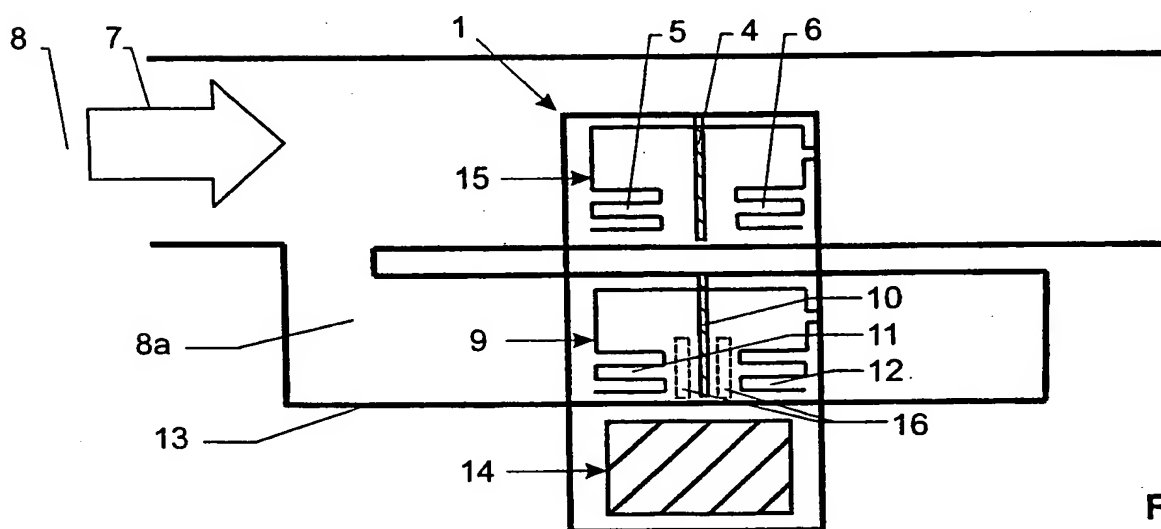


Fig. 2

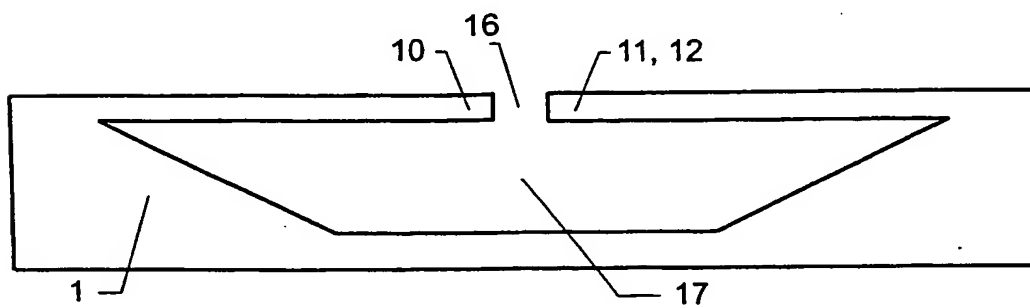


Fig. 3

2 / 2

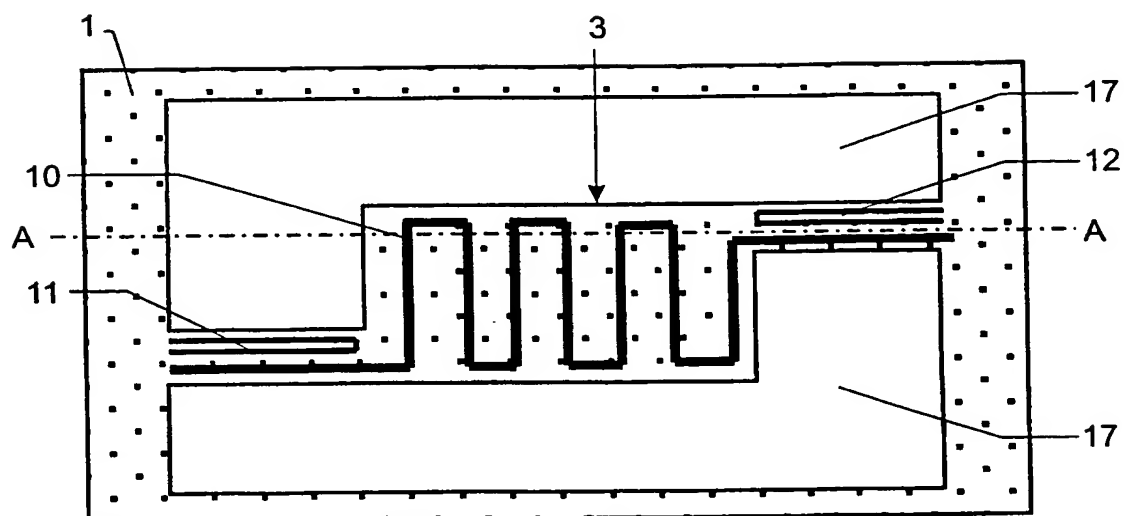


Fig. 4a

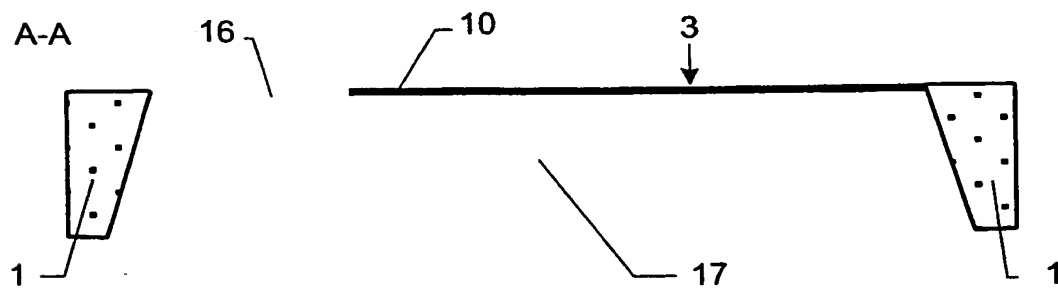


Fig. 4b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/1B 00/01262

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01F1/684 G01N27/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01F G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 339 687 A (PASDARI MEHRAN ET AL) 23 August 1994 (1994-08-23)	1-3,6-10
Y	column 2, line 58 - column 6, line 28; figures 3,4	4,5
Y	EP 0 484 645 A (HEWLETT PACKARD CO) 13 May 1992 (1992-05-13) the whole document	4,5
A	US 4 909 078 A (SITTLER FRED C ET AL) 20 March 1990 (1990-03-20) column 7, line 54 - line 62	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 December 2000

Date of mailing of the international search report

12/12/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Boerrigter, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/IB 00/01262

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5339687 A	23-08-1994	AT 109273 T	15-08-1994
		AU 5165690 A	05-09-1990
		CA 2047735 A	19-08-1990
		DE 69011099 D	01-09-1994
		DE 69011099 T	01-12-1994
		DK 460044 T	05-09-1994
		EP 0460044 A	11-12-1991
		WO 9009567 A	23-08-1990
		GB 2245073 A,B	18-12-1991
		JP 2918062 B	12-07-1999
		JP 4505211 T	10-09-1992
EP 0484645 A	13-05-1992	DE 69109236 D	01-06-1995
		DE 69109236 T	11-01-1996
		JP 4268415 A	24-09-1992
		US 5515295 A	07-05-1996
US 4909078 A	20-03-1990	CA 1314413 A	16-03-1993
		DE 3856076 D	08-01-1998
		DE 3856076 T	18-06-1998
		EP 0380581 A	08-08-1990
		JP 2578365 B	05-02-1997
		JP 3501883 T	25-04-1991
		WO 8903512 A	20-04-1989

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internz ales Aktenzeichen

PCT/1B 00/01262

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01F1/684 G01N27/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01F G01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 339 687 A (PASDARI MEHRAN ET AL) 23. August 1994 (1994-08-23)	1-3,6-10
Y	Spalte 2, Zeile 58 - Spalte 6, Zeile 28; Abbildungen 3,4	4,5
Y	EP 0 484 645 A (HEWLETT PACKARD CO) 13. Mai 1992 (1992-05-13) das ganze Dokument	4,5
A	US 4 909 078 A (SITTLER FRED C ET AL) 20. März 1990 (1990-03-20) Spalte 7, Zeile 54 - Zeile 62	1-10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. Dezember 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/12/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Boerrigter, H

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/IB 00/01262

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5339687 A	23-08-1994	AT 109273 T	15-08-1994
		AU 5165690 A	05-09-1990
		CA 2047735 A	19-08-1990
		DE 69011099 D	01-09-1994
		DE 69011099 T	01-12-1994
		DK 460044 T	05-09-1994
		EP 0460044 A	11-12-1991
		WO 9009567 A	23-08-1990
		GB 2245073 A, B	18-12-1991
		JP 2918062 B	12-07-1999
		JP 4505211 T	10-09-1992
EP 0484645 A	13-05-1992	DE 69109236 D	01-06-1995
		DE 69109236 T	11-01-1996
		JP 4268415 A	24-09-1992
		US 5515295 A	07-05-1996
US 4909078 A	20-03-1990	CA 1314413 A	16-03-1993
		DE 3856076 D	08-01-1998
		DE 3856076 T	18-06-1998
		EP 0380581 A	08-08-1990
		JP 2578365 B	05-02-1997
		JP 3501883 T	25-04-1991
		WO 8903512 A	20-04-1989